

Paris 1971

FACULTE de MEDECINE
BROUSSAIS - HOTEL DIEU

52

Année 1971

THESE pour le doctorat en MEDECINE

Diplôme d'Etat

par

TOUCHOT Bernard

Né le 25 août 1942, à Châlons s/Marne

Présentée et soutenue publiquement le :

TECHNIQUES ACTUELLES DE
CIRCULATION EXTRA CORPORELLE ET D'HEMODILUTION EN
CHIRURGIE CARDIO VASCULAIRE.

Président : M. Charles DUBOST, Professeur

10/10/1911

10/10/1911

10/10/1911

10/10/1911

10/10/1911

10/10/1911

10/10/1911

10/10/1911

10/10/1911

10/10/1911

10/10/1911

10/10/1911

10/10/1911

10/10/1911

10/10/1911

10/10/1911

10/10/1911

10/10/1911

FACULTE de MEDECINE
BROUSSAIS - HOTEL DIEU

Année 1971

THESE pour le doctorat en MEDECINE

Diplôme d'Etat

par

TOUCHOT Bernard

Né le 25 août 1942, à Châlons s/Marne

Présentée et soutenue publiquement le :

TECHNIQUES ACTUELLES DE
CIRCULATION EXTRA CORPORELLE ET D'HEMODILUTION EN
CHIRURGIE CARDIO VASCULAIRE.

Président : M.Charles DUBOST, Professeur



A la mémoire de ma mère,

A mon père en témoignage d'affection,

A tous mes amis,



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41550410_0035

A Monsieur le Professeur Ch.DUBOST

Professeur de Clinique Chirurgicale Cardio Vasculaire

qui nous a fait l'honneur d'accepter
la Présidence de cette thèse.

Qu'il trouve ici le témoignage de notre gratitude
et de notre respectueux dévouement.

A Monsieur le Professeur Agrégé A.PIWNICA

A Monsieur le Professeur Agrégé SOYER

A Mademoiselle le Docteur E.TERRIER

A Monsieur le Docteur J.M.BRIOTET

qui nous ont guidés de leurs
conseils et de leur expérience

Nous les remercions tout spécialement

Ce travail a été réalisé à la Clinique de Chirurgie
Cardio Vasculaire (Pr.Ch.DUBOST) de l'Hôpital BROUSSAIS.

Avec l'aide technique :

du département d'anesthésie : Madame le Professeur
Agrége J.PASSELECQ

du service d'électro-encéphalo-graphie : Mesdames
les Docteurs ARFEL et CASANOVA.

du Centre de Transfusion : Mr.le Docteur B.JAULMES

P L A N

- INTRODUCTION

- MATERIEL :
 - oxygénateurs
 - circuits
 - canules
 - pompes
 - échangeurs thermiques
 - circuit enfant.

- CONDUITE D'UNE CEC.

A - Préparation

- I - Remplissage de l'appareil
- II - Surveillance de l'opéré
- III - Canulations

B - La CEC

- I - Départ
- II - Déroulement
- III - Fin
 - 1°) Passage en assistance circulatoire
 - 2°) Arrêt de la CEC.

- MODALITES PARTICULIERES

- La CEC et la cardiopathie

- 1) Les cardiopathies congénitales
- 2) Les cardiopathies valvulaires
- 3) La chirurgie des artères coronaires
- 4) La chirurgie de l'aorte.

- Les modalités thermiques de perfusion

- Perfusion des artères coronaires

- Conception actuelle sur l'emploi du Rheomacrodex

- La CEC en urgence

- L'assistance circulatoire en urgence.

- ETUDE DE MALADES OPERES SOUS HEMODILUTION.

I - Matériel d'étude

II - Calculs effectués

- volémie
- rapport R
- dilution sanguine.

III - Examens pratiqués

- 1) Hémostase
- 2) Autres

- Résultats globaux
- Discussion concernant l'hémostase
- Conclusion de cette étude de malade

- CONCLUSION

- BIBLIOGRAPHIE

INTRODUCTION

Durant les dix dernières années, les techniques de la circulation extracorporelle (CEC) ont évolué dans le sens de la simplification et de la sécurité.

Des appareils complexes avec circuits et shunts nombreux, on est passé aux appareils disposables, reliés au malade par de simples conduits.

Ce travail a pour but dans un premier chapitre d'exposer les techniques actuelles de CEC utilisées à la clinique de Chirurgie cardio-vasculaire de l'Hôpital BROUSSAIS (Service du Professeur DUBOST), notamment :

- le matériel utilisé
- ses modalités d'emploi en fonction des interventions réalisées.
- les techniques d'hémodilution.

Un second chapitre sera consacré à l'étude comparative de deux séries d'opérés :

- la première, comportant une hémodilution avec un apport de sang minime lors de la CEC (inférieur ou égal à 400 cc).

- la seconde, comportant des patients ayant eu une intervention identique, de même durée, mais un apport de sang supérieur dans l'appareil coeur poumon artificiel.

Les avantages de l'hémodilution ont été rapportés à plusieurs reprises, et ces dernières années, les inconvénients résultant de l'emploi d'un grand nombre de flacons de sang ont bien été soulignés, en particulier l'ictère post-transfusionnel et l'apparition d'anticorps d'immunisation.

Il nous a semblé utile de vérifier que la substitution de liquide d'hémodilution du sang, pour le remplissage de l'appareil, ne majorait pas les risques opératoires en particulier dans les domaines de l'hématologie, de la coagulation et de la fonction rénale.

MATERIEL

I - Les oxygénateurs

A la clinique de chirurgie cardio-vasculaire de l'Hôpital BROUSSAIS, deux types d'appareils sont actuellement utilisés.

A) En premier lieu les sacs plastiques disposables :

Autrefois réservés aux interventions de courte durée, ils ont vu leurs indications étendues d'autant que les progrès de la technique chirurgicale permettent des gains de temps considérables pour des interventions qui, il y a quelques années, nécessitaient un by-pass d'une durée supérieure à 3 heures.

L'oxygénéateur RYGG : avec lequel les interventions de courte durée sont effectuées aussi bien chez l'enfant que chez l'adulte : c'est le sac qui nécessite le moindre remplissage.

Pour des interventions plus longues, et pour des adultes on utilise volontiers l'oxygénéateur TRAVENOL 6 LF dont l'oxygénation pour des malades de poids important est meilleure et dont le circuit de débullage fonctionne encore parfaitement après 3 heures de CEC.

L'oxygénéateur BENTLEY, très utilisé aux USA, ne nous a pas semblé supérieur tant en ce qui concerne l'oxygénation que le réchauffement : son échangeur thermique incorporé étant plutôt inférieur aux échangeurs disposables mis en série sur la ligne veineuse.

B) L'oxygénateur KAY CROSS à disques : très utilisé ces dernières années pour les remplacements polyvalvulaires, il est encore préféré pour des interventions longues : certaines tétralogies de Fallot difficiles, transpositions ou polyvalvulaires sévères. Actuellement les sacs plastiques tendent à le remplacer presque complètement.

C) Description

a) Oxygénateur Rygg : il en existe trois tailles : enfant, adulte moyen, adulte.

- . colonne d'oxygénation de faible volume.
- . système de débullage à travers une mousse plastique
- . trois filtres incorporés avant la sortie du sac en forme de siphon.

b) Oxygénateur Travcnol : il en existe quatre tailles ; le modèle adulte 6 LF est le plus satisfaisant:

- . colonne d'oxygénation plus importante
- . débullage par paille de fer siliconé

c) Oxygénateur Bentley : deux modèles avec échangeur thermique incorporé.

d) Oxygénateur Kay Cross : à disques : 3 modèles sont utilisés :

25	pouces	116	disques
21	"	96	"
17	"	76	"

Seul un tiers de la surface de chacun de ces disques (6 cm de rayon environ) baigne dans le sang : ce qui représente par disque 150 cm² de surface d'échange.

D) Oxygénation

C'est dans le bas de la colonne d'oxygénation qu'arrive sous pression, après être passé dans un humidificateur, le mélange oxygène-carbogène.

C'est par la pression de ces gaz que le sang est remonté dans le haut du sac où il est débullé.

II - Circuits

a) Le circuit principal : artère-veines.

Il est extrêmement simple : le sang veineux revient des canules caves par une ligne de tuyau plastique, et ceci par gravité : aucune pompe veineuse n'est incorporée sur le système. Le bas de la colonne d'oxygénation du sac est placé suffisamment au-dessous du niveau de la table d'opération pour faciliter le retour veineux par gravité.

A la sortie du sac, la ligne artérielle est constituée d'un tuyau plastique, puis de deux tuyaux de latex pour le passage dans la pompe, à la sortie de laquelle la ligne, munie du seul shunt du circuit (branché sur le retour veineux), est directement reliée à la canule artérielle. C'est donc dans la partie en latex du circuit que s'effectue la "poussée en avant du sang" par les galets de la pompe. D'autre part, ces tuyaux par leur distension possible servent de soupape en cas d'hypertension ou d'obstacle brutal sur la ligne artérielle.

b) Circuits annexes

1) Aspiration

Sur une seconde pompe sont branchées :

- d'une part l'aspiration de récupération
- d'autre part la ligne de décharge gauche : aspiration limitée par une valve à eau.

A la sortie de cette pompe aspiratrice, le sang arrive par simple déclivité au bas du sac oxygénateur après passage au travers d'éponges siliconées destinées à débuller.

2) Perfusions coronaires

Le circuit de perfusion coronaire est branché simplement sur la ligne artérielle par une pièce métallique en Y.

Il est constitué de 2 canules dont le calibre est choisi en fonction de celui des orifices coronaires.

Les pièces métalliques sont périodiquement siliconées.

Les tuyaux plastiques et latex seront jetés après emploi.

Ces circuits, montés à l'avance, sont stérilisés deux fois, à 60°C de température, sous 5 Kg de pression par l'oxyde d'éthylène, pendant 90 minutes.

III - Les canules

- artérielle, soit fémorale métallique
soit aortique : canule de Rygg armée.
- veineuses, soit de Rygg, droites ou courbes
soit armées
soit de Bardic.

IV - Les pompes

Elles sont soit du modèle S.D.S. : pompes à galets, munies d'un variateur de vitesse continu, permettant un débit maximum de 4,8 l/minute.

Soit du modèle American Optical, choisies en raison de leur finesse de réglage et surtout de leur capacité à assurer un débit jusqu'à 7-8 l/minute.

V - Echangeurs thermiques

Deux échangeurs sont essentiellement utilisés dans le service. Tous deux fonctionnent par "conduction" avec un système d'eau chaude.

. l'échangeur "Sprovieri".

Placé à la sortie de la pompe où il joue aussi le rôle de piège à bulle, sur la ligne artérielle, il exige des manœuvres de montage et de débullage parfois délicates. Pour des malades de poids élevé, sa puissance le fait préférer à :

. l'échangeur "gamida"

disposable qui, placé sur la ligne veineuse, en limite parfois le retour, et est d'une efficacité moindre pour un prix de revient supérieur.

VI - Circuit enfant.

Pour les enfants de poids inférieur à 25 Kg et pour des interventions de faible durée, nous utilisons le circuit simplifié :

- . oxygénateur type Rygg, éventuellement enserré entre deux plaques de plexiglass pour en diminuer le volume de remplissage.

- . le circuit artère-veines ne possède pas de shunt
- . pas de dédoublement mais un seul tube de latex pour passer dans la pompe.

- . échangeur thermique à tube (Dr.BRIOTET) avec moins de 50 cc d'espace mort.

- . réduction maxima de la longueur des lignes du circuit.

Au total, le circuit est rempli avec 700 cc de liquide.

- . . . canulation de l'aorte par une canule de Bardic.

- . dès leur mise en place, les canules veineuses, introduites dans les veines caves sont remplies de sérum physiologique afin d'éviter de désarmer le circuit par une bulle d'air au départ de la CEC.

La chirurgie cardio vasculaire du nourrisson n'est pas pratiquée habituellement à l'Hôpital BROUSSAIS.

A l'issue de ce chapitre, il apparaît que le matériel utilisé actuellement est très simplifié par rapport à celui employé il y a dix ans.

L'utilisation des sacs oxygénateurs disposables, livrés stériles sous double sachet **plastique** et jetés après emploi, offre une sécurité tout à fait satisfaisante. Sur le plan économique, par le temps qu'elle fait **gagner** aux opérations de montage et de démontage, elle représente également un progrès.

I - Conduite d'une CEC.

A - Préparation

I - Remplissage de l'appareil

a) L'appareil coeur-poumon-artificiel est rempli par du sang :

- soit, prélevé deux heures avant l'intervention, en matériel siliconé, sur calciparine (20 mg dans 30 cc de sérum glucosé).

- soit, aussi frais que possible (dans la majorité des cas le jour de l'intervention), sur 70 cc de solution A.C.D. (pH = 5,50). Une fois hépariné, ce sang est recalcifié : 0,50 g de gluconate de calcium par flacon de 400 cc.

Environ 800 à 1200 cc de sang sont nécessaires pour amorcer un circuit monté avec l'oxygénateur Rygg et 1600 cc avec l'oxygénateur Travenol.

b) Pratiquement toutes les CEC se font actuellement en hémodilution modérée.

Le sang de remplissage de l'appareil est dilué au maximum 20-25 cc de diluant par Kg de poids de l'opéré. Il s'agit :

- soit, du soluté de Ringer-Hartmann
- soit, du sérum glucosé, isotonique à 50g/1000
- soit, des deux.

Ce diluant avec lequel l'appareil et les lignes sont soigneusement débullés, c'est-à-dire débarrassés de toutes leurs bulles d'air, contient aussi :

- les antibiotiques du circuit : pénicilline 2M
streptomycine 0,50 g.

- l'héparine du circuit à la dose de 20 mg de calciparine par flacon de diluant ou de sang prélevé sur solution ACD.

En outre lors des opérations de canulations artérielle et veineuses, le malade recevra en intracardiaque directe 3 mg de calciparine par Kg de poids corporel.

c) Le mélange gazeux qui assure l'oxygénation comporte 98 % d'oxygène et 2 % de CO₂

Le débit total, d'environ 1 litre par 10 Kg de poids pour un adulte, est susceptible d'être modifié selon les résultats des examens des gaz du sang.

II - Surveillance de l'opéré

Parallèlement, dès son arrivée en salle d'opération les éléments de surveillance des principales fonctions de l'opéré sont mis en place :

- électro-cardiographie
- électro-encéphalographie
- catheters artériel et veineux pour contrôle des pressions
- sonde vésicale ouverte en permanence, permettant d'avoir un débit urinaire horaire.
- sondes thermiques oesophagienne et rectale, reliées à un thermomètre enregistreur

Tous ces paramètres sont suivis de façon permanente pendant toute la durée de l'intervention.

Avant le départ de la CEC, un examen de l'équilibre acido basique du sang ainsi que de ses gaz (O₂ et CO₂) est pratiqué.

III - Canulations

. La réinjection du sang se fait par une canule introduite en général dans l'aorte, parfois dans l'artère fémorale. La ligne artérielle soigneusement débullée est raccordée à cette canule. La perception des battements cardiaques tout au long de cette ligne artérielle est le témoin d'une bonne position de la canule.

. Les deux veines caves sont canulées à partir de bourses disposées sur l'oreillette droite. Les deux canules sont ensuite raccordées à la ligne veineuse.

. Il arrive toutefois, en raison de la nécessité de démarrer une assistance circulatoire rapide, que l'artère et la veine fémorale soient dénudées puis canulées : c'est la dérivation d'assistance "fémoro fémorale".

B -- La CEC

I -- Le départ

Il nécessite une liaison parfaite entre tous les membres de l'équipe.

a) Le responsable de l'appareil coeur-poumon-artificiel

Le début de la CEC s'effectue simplement en dé-clampant la ligne veineuse : le retour sanguin dans l'appareil est amorcé. Dans le même temps le débit de la pompe artérielle est adapté à celui du retour. Le débit théorique optimum est de 2,2 l par minute et par m² de surface corporelle.

b) l'équipe chirurgicale surveille et détecte une éventuelle anomalie dans le fonctionnement des canules.

c) l'anesthésiste assume le maintien des fonctions respiratoire et hémodynamique jusqu'à ce que l'appareil coeur-poumon-artificiel en prenne le relais.

d) l'électro-encéphalographiste signale :

1) des modifications transitoires du début de CEC.

2) des incidents.

1 - Les modifications transitoires sont à type d'appauvrissement ou ralentissement du tracé : elles sont le témoin d'un débit insuffisant, soit d'une perfusion initialement un peu froide (à la température ambiante de la salle) ou trop diluée (cas d'hémodilution complète).

Ces modifications sont dans la très grande majorité des cas transitoires. Elles ne durent que la première minute d'assistance ; elles régressent dès que le débit artériel est suffisamment augmenté ou que le mélange s'est effectué entre le sang du malade et le liquide de perfusion.

2 - Les incidents, ce sont :

- une asymétrie du tracé électrique due à l'existence d'un jet préférentiel: mise en place d'une canule, d'un calibre trop gros par rapport à celui de l'aorte ou trop enfoncée et perfusant électivement le tronc artériel brachio céphalique.

Après mobilisation de la canule et remise en place correcte, cette asymétrie disparaît dans la très grande majorité des cas.

- l'embolie gazeuse dans le territoire cérébral due à l'envoi d'une bulle d'air à partir des circuits ou des canules. Elle reste possible théoriquement mais ne s'observe jamais.

Pendant cette période initiale d'assistance circulatoire, diverses manoeuvres sont à effectuer:

- 1 - Il est parfois nécessaire de rajouter 400 à 800 cc de liquide dans l'appareil avant d'obtenir un équilibre satisfaisant des masses sanguines.

2 - Si l'on a choisi d'emblée une technique d'hypothermie, on mettra en route l'échangeur thermique dans le sens du refroidissement.

Dans les conditions normales, l'équilibre hémodynamique satisfaisant s'obtient en une à deux minutes.

L'aorte peut être clampée, les veines caves serrées par un lacet autour de leur canule. La dérivation circulatoire est alors complète.

Un accident auquel il faut toujours penser, surtout pendant cette période initiale de perfusion, est la survenue d'une dissection aortique qui réalise le tableau associant :

- une augmentation brutale des résistances sur la ligne artérielle.
- une diminution importante du retour veineux.
- la chute brutale de la tension artérielle.
- un électro-encéphalogramme altéré.

II - Déroulement de la CEC.

Dans la majorité des cas, la CEC se poursuit très simplement.

- 1) La pression artérielle périphérique est fonction :
 - du débit de la pompe
 - des réactions vaso motrices du malade

Il arrive que des modifications vasomotrices aboutissent à un stockage de sang par le malade. Dans ces cas, pour maintenir débit et pression artérielle, il faut apporter un complément de liquide.

La qualité de la perfusion de CEC nous semble devoir être appréciée sur son débit.

En général, lorsque celui-ci est bon, l'émission d'urine, régulièrement mesurée, est satisfaisante. Le tracé électro-encéphalographique, observé tout au long de l'intervention, ne montre des altérations que quand le débit est très abaissé ou lorsqu'il est insuffisant pendant une durée trop longue.

- 2) Une diminution du retour veineux est due à un obstacle accidentel sur la ligne veineuse : le plus souvent, simple coude d'une canule sur un raccord ou torsion sur son axe.

- 3) Certains recommandent de ventiler discrètement les poumons pendant la CEC : ceci afin de leur conserver une meilleure fonction homéostasique.

- 4) L'anesthésie de l'opéré est entretenue par l'halothane (fluothane).

5) L'équilibre acido-basique est assuré par la perfusion de T.H.A.M. ou de bicarbonate, en tenant compte de l'état initial du malade, du débit de la perfusion et des résultats des examens humoraux pratiqués à intervalles réguliers, avant et pendant la CEC : toutes les 30 minutes.

6) En fonction de la kaliémie per-opératoire et du débit urinaire du malade, il est rajouté à la perfusion du chlorure de potassium.

7) L'héparinémie du malade et du circuit est maintenue par l'injection toutes les 30 à 45 minutes de 1,5 mg de calciparine par Kg de poids.

8) Eventuellement une fibrillation électrique du coeur est entretenue afin d'éviter toute possibilité d'embolie gazeuse (coeur ouvert, battant, aorte non clampée), et de faciliter l'acte chirurgical.

9) L'évolution des températures rectale et oesophagienne est surveillée de façon à pouvoir en temps opportun assurer le réchauffement progressif de l'opéré.

III - Fin de la CEC.

1°) Passage en assistance circulatoire.

Il est envisagé dès la suture de la cardiectomie ou de l'aortotomie.

Les conditions optima doivent être réunies :

- normothermie (en fait souvent 34-35°C)
- kaliémie et équilibre acido-basique satisfaisants

- oxygénation sanguine satisfaisante
- replétion des cavités cardiaques et du lit vasculaire.

Successivement ont lieu les gestes opératoires suivants :

- déclampage des veines caves
- purge soigneuse des cavités cardiaques en particulier des cavités gauches.
- défibrillation du myocarde
- déclampage de l'aorte.

Il est alors parfois nécessaire pour remplir le coeur et faciliter la purge des cavités de diminuer le retour veineux. L'adjonction d'un flacon de sang ou de soluté peut être indispensable à ce moment.

Après ces manoeuvres le malade est en assistance circulatoire.

2°) Arrêt de la CEC

C'est toujours la période la plus délicate de l'intervention. Elle nécessite une coopération étroite entre tous les membres de l'équipe.

a) Dans les cas favorables, d'emblée, la reprise de l'efficacité cardiaque est immédiate : celle-ci est favorisée par l'injection de 1 à 2g de gluconate de calcium dans le circuit.

On jugera :

1) l'efficacité cardiaque sur l'aspect de la courbe de pression artérielle :

- apparition d'ondées systoliques franches

2) l'état volémique du malade sur :

- la courbe de pression veineuse
- l'aspect plus ou moins étalé de la courbe systolique et la hauteur de l'onde dicrote.

Progressivement et parallèlement le retour veineux et le débit artériel de la pompe sont réduits.

Quand le myocarde est en mesure d'assurer seul une hémodynamique correcte l'assistance circulatoire est arrêtée.

Après les manoeuvres de décanulations artérielle et cave, une perfusion de sulfate de protamine, à la dose de 3 mg pour 2 mg de calciparine restante est mise en route. En 30' de CEC, 50 % de l'héparine circulante a été métabolisée et n'est donc plus à neutraliser.

b) Cas secondairement favorables :

Dans certains cas, le coeur est incapable d'assurer d'emblée une hémodynamique satisfaisante.

Cette inefficacité cardiaque due à l'une ou plusieurs des causes suivantes est souvent corrigée.

1 - l'existence d'une lésion résiduelle peut nécessiter la remise en route de la CEC pour :

- correction d'un shunt résiduel après crise d'une cardiopathie congénitale
- correction d'une lésion valvulaire résiduelle ou insuffisamment corrigée par une plastie, exemple : insuffisance tricuspидienne.

2 - les troubles du rythme :

-la persistance d'une fibrillation auriculaire quand elle n'existait pas avant l'intervention peut être réduite avec succès par un choc électrique de faible voltage.

-la brachycardie, qu'elle résulte d'un bloc auriculaire ou non, peut nécessiter un entraînement électro systolique par pace-maker externe à fréquence réglable.

-les troubles de l'excitabilité : extrasystoles ventriculaires, lambeaux de tachycardie ventriculaire ou fibrillation ventriculaire itérative sont souvent réduits par la xylocaïne, le pronestyl ou un choc électrique.

3 - Une contraction cardiaque insuffisante peut nécessiter la mise en route d'une perfusion :

- d'Isopropil Nor Adrenaline (Isuprel)
- ou de vaso presseur : Metaraminol (Aramine) : certes il peut paraître illogique de provoquer une vaso-constriction mais l'action transitoire de l'élévation de la pression artérielle a un effet favorable sur la perfusion des artères coronaires. Ainsi un myocarde qui a été ischémié retrouvera plus vite une meilleure contraction et sera susceptible d'assurer ultérieurement un débit plus important.

c) L'assistance circulatoire post CEC

Parfois l'arrêt de la CEC est impossible dans des conditions hémodynamiques satisfaisantes.

Il est logique de penser que l'assistance circulatoire puisse être appliquée avec succès aux cas où, malgré une réparation satisfaisante des lésions, l'évolution immédiate prend une allure gravissime.

Ce sont :

- l'inefficacité cardiaque par mauvaise qualité du myocarde.
- l'ischémie myocardique ~~per~~ opératoire due à un temps de clampage aortique prolongé et à une insuffisance de protection : ni perfusion coronaire, ni refroidissement épicaordique.
- un réseau coronarien en mauvais état
- la persistance de troubles du rythme gravissimes : tachycardie ou fibrillation ventriculaires itératives.

Cette technique d'assistance circulatoire, avec un oxygénateur à bulle, peut paraître grossière comparée à l'assistance par contre-pulsion, synchronisée avec la contraction cardiaque pour ne pulser que pendant la diastole ventriculaire.

Elle n'en a pas moins permis des sauvetages : ceci peut s'expliquer par le fait qu'en élevant la pression artérielle, en particulier pendant la diastole, (temps de perfusion des artères coronaires), le myocarde est mieux perfusé. Il est à même après les délais variables d'assurer complètement les besoins énergétiques et hémodynamiques de l'organisme.

Lorsque les oxygénateurs à membranes seront couramment utilisables, il sera envisageable de soumettre un patient à plusieurs périodes d'assistance quotidienne pendant la phase critique des 3-4 premiers jours post-opératoires.

La CEC et la cardiopathie.

Nous allons classer les CEC en fonction du type de la correction chirurgicale pratiquée. En fait les CEC ne présentent pas de différences fondamentales selon le type de l'intervention excepté celles de la cure des tétralologies de Fallot.

1 - Les cardiopathies congénitales

1er groupe : cardiopathies dont la réparation va être rapide : moins de 30 minutes.

a) la communication inter auriculaire (CIA), type ostium secundum, sans retour veineux pulmonaire anormal (RVPA), fermée par suture directe. Elle est opérée sous CEC car celle-ci en cas de découverte éventuelle d'une lésion associée (RVPA), permet sa réparation simultanée, ce que l'ancienne technique d'hypothermie modérée, sans CEC, ne permet pas.

b) la sténose pulmonaire valvulaire

c) le rétrécissement aortique congénital

Dans la mesure où d'une part la durée de perfusion est courte (parfois 10 minutes seulement), et d'autre part les fonctions rénales pré-opératoires du malade sont satisfaisantes, l'emploi de sang peut être évité. Au départ, l'appareil n'est rempli qu'avec des diluants. En 30 minutes, seule une très petite quantité du liquide d'hémodilution est urinée ; la volémie reste suffisante tout au long de la CEC.

Si la diurèse per-opératoire est bonne, on peut se permettre, en fin de CEC, de perfuser au malade la quasi totalité du liquide restant dans l'appareil, même si la pression veineuse atteint 15-20 cm d'eau.

En effet, dans les heures qui suivent, le malade urinerà le liquide d'hémodilution et il aura ainsi conservé l'intégralité de sa masse globulaire.

2ème groupe : cardiopathies dont la réparation va être un peu plus longue : plus de 20 à 30 minutes

- . la CIA + RVPA
- . la communication inter ventriculaire (CIV)
- . le canal atrio ventriculaire
- . la sténose pulmonaire infundibulaire.

Ces interventions nécessitent en général l'utilisation de sang quand la masse circulante diminue et que l'apport maximum de diluant toléré (20-25 ml de diluant par Kg de poids) est atteint.

En fin d'intervention, éventuellement, le restant du liquide de perfusion est récupéré stérilement puis centrifugé ; le culot est réinjecté. Ceci évite toute surcharge liquidienne du malade et permet de lui restituer ses hématies.

3ème groupe : les interventions pour cure de
tétralogie de Fallot.

Trois particularités les rendent plus délicates :

a) Elles sont plus longues (1 à 2 heures de CEC)
et c'est pourquoi il arrive qu'elles soient encore prati-
quées avec un oxygénateur de Kay-Cross.

b) Elles sont caractérisées par l'existence dans le
coeur gauche d'un gros retour sanguin : celui-ci
est dû aux anastomoses systémiques pulmonaires (artères
bronchiques en particulier) qui atteignent parfois un im-
portance considérable (parfois le dixième du débit systè-
mique).

Il en résulte pendant la CEC :

- une diminution du débit efficace et souvent des
difficultés à maintenir un niveau de pression suffisant.

- une gêne opératoire pour le chirurgien qui doit,
malgré la mise en place d'une ligne de décharge, continuel-
lement aspirer ce retour sanguin dans les cavités cardia-
ques gauches.

Cette aspiration et la polyglobulie pas toujours
corrigible (par saignée - transfusion de sang frais) avant
l'intervention sont responsables en grande partie d'une
hémolyse parfois importante mais jamais toutefois à des
taux susceptibles d'entraîner des lésions rénales (infé-
rieure à 300mg par 100 ml de sérum).

c) Chez ces malades, traités antérieurement par
anastomose de Blalock ou de Potts, la technique d'hypo-
thermie profonde avec arrêt circulatoire trouve encore
une application en cas d'hémorragie brutale au niveau de
l'anastomose.

4ème groupe : les interventions pour cure chirurgicale des malformations à type de transposition.

Elles présentent, quant à la CEC, des analogies avec les tétralogies de Fallot et nécessitent également une préparation pour diminuer la polyglobulie.

Le caractère particulier de la CEC est celui de la durée de l'intervention : qu'il s'agisse d'opérations de Mustard ou de Rastelli, il est difficile de les réaliser en moins de deux heures.

2 - Les cardiopathies valvulaires acquises.

Que le remplacement soit mono ou polyvalvulaire, ces cardiopathies sont, à l'Hôpital BROUSSAIS, pratiquement toutes opérées avec un appareil de CEC comportant un oxygénateur type bac-plastique.

a) Le remplacement mono valvulaire : mitral, tricuspide

. Ces malades présentent parfois une augmentation importante du volume cardiaque (en particulier de l'oreillette gauche chez certains malades mitraux) : dans les premières minutes de la CEC, il faut s'attendre à recevoir dans le circuit une masse sanguine importante : quelquefois plus d'un litre. Dans cette éventualité prévisible à la simple lecture du cliché thoracique, on peut se permettre d'amorcer l'appareil avec une quantité moindre de liquide. Mais ceci ne représente pas un gain quant à la quantité totale de liquide utilisée car en fin de CEC il faut restituer au malade la quantité de liquide nécessaire pour remplir ce gros coeur ; lors des manoeuvres de purge des cavités cardiaques, l'adjonction de un à deux flacons de sang est nécessaire.

. Certains chirurgiens réalisent la mise en place d'une prothèse, sur un appareil non calcifié, par un surjet ; La durée de CEC est alors très courte : 20 à 30 minutes.

. Afin d'éviter toute anoxie myocardique, cette chirurgie se pratique sans clampage aortique. Un fibrillateur électrique est nécessaire pour éviter les embolies gazeuses qu'une contraction cardiaque efficace pourrait envoyer dans les territoires périphériques : hémisphères cérébraux en particulier.

b) le remplacement mono valvulaire aortique

. Les malades atteints d'insuffisance aortique, immobilisent souvent dans les premières minutes de CEC, des quantités parfois importantes de sang dans leur lit vasculaire : près d'un litre de liquide doit être alors rajouté dans le circuit de perfusion avant d'obtenir un équilibre satisfaisant des masses sanguines.

. Le remplacement d'un appareil aortique, calcifié peut demander jusqu'à deux heures de CEC. C'est dans cette chirurgie, qui nécessite un clampage aortique parfois prolongé, que la perfusion des artères coronaires est indispensable.

. Afin que le chirurgien ait un champ opératoire suffisamment exsangue, il doit mettre en place dans l'oreillette gauche une canule qui sera branchée sur un circuit d'aspiration à dépression limitée ; une mauvaise position de la pointe de cette canule de décharge entraîne un mauvais drainage du sang qui apparaît alors dans l'orifice aortique, gênant la mise en place des points de fixation de la prothèse.

c) le remplacement poly-valvulaire.

Aujourd'hui un triple remplacement valvulaire est couramment réalisé en moins de deux heures.

Que le remplacement concerne un, deux ou trois appareils valvulaires, les principales difficultés de cette chirurgie se rencontrent à l'arrêt de la CMC. Ce sont :

- la défibrillation du myocarde et la prévention de nouveaux épisodes de fibrillation.
- l'inefficacité cardiaque.

Ces difficultés peuvent être expliquées par l'une ou plusieurs des causes suivantes :

- une anoxie myocardique prolongée du fait de la non perfusion des artères coronaires ou de la mauvaise qualité de cette perfusion.
- une insuffisance myocardique du fait d'une atteinte musculaire par le processus rhumastimal.
- une surcharge hémodynamique en rapport avec les lésions valvulaires.
- une embolie coronarienne gazeuse qui entraîne une efficacité transitoire cédant souvent aux à-coups d'hypertension induits par le métaraminol
- une lésion rare mais possible, de l'artère circonflexe lors de la mise en place d'une prothèse mitrale.
- un accident coronarien fortuit du fait d'un athérome associé.
- une lésion valvulaire résiduelle : en particulier l'insuffisance tricuspидienne.

Très souvent des périodes d'assistance circulatoire permettent la reprise d'une fonction cardiaque satisfaisante. Ceci apporte la preuve que cette technique est nécessaire même pratiquée avec les moyens grossiers actuels .

3 - La chirurgie des artères coronaires.

Elle ne comporte pas de difficultés particulières quant à la CEC. Il n'y a pas en effet ouverture des cavités cardiaques. Seule la précision nécessaire aux anastomoses des pontages aorto-coronaire ou mammaire interne - inter ventriculaire antérieure oblige le chirurgien à travailler sur un coeur non battant et parfois luxé. Une ligne de décharge gauche et un fibrillateur électrique sont nécessaires.

Il nous semblerait souhaitable de pouvoir commencer par une assistance circulatoire dans le but de réfrigérer le myocarde dont certains territoires vont être ischémiés durant le temps des anastomoses : ceci particulièrement chez les sujets qui présentent déjà soit une défaillance cardiaque soit un degré d'ischémie assez sévère pour entraîner une diminution de la contraction cardiaque.

En effet les malades coronaires, à myocarde intact, ont une facilité remarquable de reprise de l'efficacité cardiaque. Dans la très grande majorité de ces cas la CEC peut être arrêtée sans difficulté.

4 - La chirurgie de l'aorte.

Que la lésion soit une dissection ou un anévrysme, elle peut atteindre un seul ou plusieurs segments de l'aorte.

La circulation extra-corporelle, totale ou d'assistance, utilisée pour les besoins de cette chirurgie est fonction :

- de la localisation de la lésion
- de son étendue
- de son type
- de la voie d'abord chirurgical choisie

a) La chirurgie de l'aorte ascendante.

Le plus souvent c'est une CEC classique qui est établie entre :

- . l'artère fémorale
- . les deux veines caves (par l'oreillette droite).

b) la chirurgie de la crosse de l'aorte.

Cette chirurgie, susceptible d'exiger un remplacement complet de la crosse et la réimplantation des troncs artériels nés de sa convexité, implique des modalités particulières : sur la ligne artérielle, outre la dérivation destinée à la perfusion des artères coronaires, il est prévu, au moyen de raccords métalliques en Y, des dérivations pour la perfusion éventuelle du tronc brachio-céphalique, de la carotide gauche ou de l'artère axillaire gauche.

Les vaisseaux canulés sont :

- . l'artère fémorale le plus souvent
- . les deux veines caves (par l'oreillette droite).

c) La chirurgie de l'aorte thoracique

Deux types de circuit d'assistance peuvent être utilisés.

Qu'il s'agisse d'un "by-pass" gauche ou d'une dérivation "fémoro-fémorale", il est souhaitable de disposer de deux prises de pression, l'une dans le territoire supérieur, l'autre dans le territoire inférieur afin de pouvoir équilibrer les débits de sang nécessaire pour obtenir dans le territoire inférieur une pression égale ou légèrement inférieure à celle enregistrée en amont de la lésion. La bonne qualité d'une telle perfusion est affirmée par l'obtention d'une diurèse satisfaisante.

. le "by-pass" gauche :

- canulation de l'artère fémorale
- canulation de l'oreillette gauche

Dans cette technique la précaution majeure est d'éviter absolument toute introduction d'air dans la ligne veineuse qui draine l'oreillette gauche afin d'éviter une embolie gazeuse dans le territoire cérébral en particulier.

. la dérivation "fémoro-fémorale".

- canulation de l'artère fémorale
- canulation de la veine fémorale.

La canule introduite dans la veine fémorale et en général une canule de Rygg longue. Son calibre étant fonction de celui de la veine fémorale, le retour veineux par cette voie est quelquefois assez limité : c'est pourquoi la pointe de cette canule doit être montée jusque dans la veine cave inférieure ou mieux dans l'oreillette droite.

d) La chirurgie de l'aorte thoraco-abdominale.

Certaines de ces interventions nécessitent une circulation d'assistance du type "femoro-fémorale".

Quelque soit le type de circulation mise en place il est prudent de disposer d'un échangeur thermique puissant, permettant l'instauration rapide d'une hypothermie profonde ; ceci dans l'éventualité de la nécessité d'un arrêt circulatoire total.

Modalités thermiques de perfusion.

1 - Hypothermie profonde et arrêt circulatoire.

En 1960, cette technique a été utilisée lors de la cure d'une centaine de cardiopathies congénitales ; l'observation de quelques cas de syndromes choreo-athétosiques en a bien limité l'emploi. Elle n'est actuellement pratiquée qu'en cas de besoin absolu pour sauver des situations autrement désespérées.

Cette éventualité peut en général être prévue. Il s'agit :

1) de la réparation complète de certaines tétralogies de Fallot, traitées antérieurement par anastomose de Potts ou de Blalock.

2) de la chirurgie de certains anévrysmes de l'aorte.

Le sang de la CEC passe dans l'échangeur thermique qui fonctionne dans le sens du refroidissement : circulation d'eau à 4°C.

En une vingtaine de minutes la température est abaissée aux alentours de 12°C pour la température oesophagienne et 18°C pour la température rectale. Un tel refroidissement permet un arrêt circulatoire total de 20' à 30', sans entraîner de lésions cérébrales ou rénales. Des périodes de recirculation extra corporelle peuvent permettre de renouveler cet arrêt circulatoire. Pendant ces périodes, le sang du patient sera héparinisé toutes les 30' à la dose de 1,5 mg/Kg de poids. Le réchauffement sera obtenu en une demi heure environ par circulation d'eau à 40°C dans l'échangeur.

La température oesophagienne, aussi bien dans le sens de l'augmentation que de l'abaissement, varie beaucoup plus rapidement que la température rectale.

2 - Si on ne choisit pas à priori une technique d'hypothermie, le passage du sang dans des appareils se trouvant dans une ambiance d'environ 20°C (température de la salle), aboutit au refroidissement progressif du malade.

L'enregistrement graphique des variations de température montre une première chute brutale (34°-32°C température oesophagienne) suivie d'une remontée à un palier inférieur au niveau initial.

Secondairement on assiste à une baisse progressive d'autant plus rapide que le poids de l'opéré est plus faible, donc que le débit est moins important.

a) Pour des CEC de courte durée (moins de 30'), le plus souvent il n'est pas nécessaire de corriger la température. La CEC peut être arrêtée sans danger au palier de 34°C environ (température rectale).

b) Si l'intervention doit être plus longue, il convient de réchauffer en associant les effets de la couverture chauffante, située entre le malade et la table d'opération, et de l'échangeur thermique interposé sur le circuit.

3 - Certaines interventions qui nécessitent un clampage aortique, même s'il doit être intermittent, font choisir une hypothermie délibérée, d'emblée à 30°C, obtenue par un échangeur alimenté en liquide de refroidissement : l'effet de cette hypothermie a pour avantage un rôle protecteur pour le myo-

carde et la possibilité de diminuer le débit systémique sans entraîner d'acidose importante.

La protection du myocarde par le froid est meilleure si, au début de la CEC, pendant quelques minutes, en maintenant l'aorte déclampée, l'opéré est perfusé avec un sang dont la température est aux environs de 30°C.

L'hypothermie de surface du coeur est entretenue en versant périodiquement du sérum froid sur l'épicarde. Une telle méthode implique de prévoir en temps voulu la fin du temps cardiaque de l'intervention afin de pouvoir obtenir un réchauffement homogène du patient.

Perfusion des artères coronaires.

Elle a été adoptée au début de la chirurgie des valves aortiques.

Différentes modalités techniques ont été proposées :

- 1 - perfusion par des pompes séparées.
- 2 - perfusion à partir de réservoirs séparés, suspendus bien au dessus du champ opératoire pour assurer une pression constante.
- 3 - simples dérivations branchées sur la ligne artérielle.

Toutes ces techniques ont semblé donner satisfaction en apportant une protection efficace du myocarde.

a) à l'Hôpital BROUSSAIS, il avait été adopté initialement la technique de perfusion par pompes séparées, en contrôlant la pression d'injection et en assurant qu'elle ne dépassait pas 120 à 140 mm de mercure. La perte de charge due au calibre et à la longueur des canules de perfusion coronaire (canule de King), était de l'ordre de 50 mm de mercure.

Dans une série de 150 cas, où la perfusion des artères coronaires avait été prudente, il apparaissait que cette technique n'était pas dangereuse et qu'aucun accident notable ne pouvait incriminer la méthode (1964, Dr.BLONDEAU, Dr.BRIOTET et coll. - Congrès de NEW DELHI).

Le rôle protecteur vis-à-vis du myocarde avait été mis en évidence par l'étude de la facilité de défibrillation et de la reprise de l'efficacité cardiaque selon la qualité de la perfusion coronaire.

b) Sur la série suivante, des incidents coronariens ont été observés dans les services de cardiologie d'où étaient originaires les patients opérés : fortés des premiers résultats, certaines équipes estimant que les fibrillations survenant sous perfusion coronaire pouvaient être dues à des insuffisances de débit, ceux-ci avaient été généralement un peu augmentés, en tolérant des pressions d'injection supérieures, susceptibles d'entraîner dans le territoire des artères coronaires une pression de 100 et même 150 mm de mercure. Les lésions constatées pouvaient être dues au traumatisme de la canule dans l'ostium coronaire et au jet du sang injecté sous une pression un peu forte.

Une critique sans doute excessive des méthodes jusque là employées et l'apparition du refroidissement épicaordique (technique de Cooley) ont condamné pendant un temps l'utilisation de perfusions coronaires.

c) L'utilisation de sérum glacé, en applications épicaordiques répétées, associée à une assistance initiale, l'aorte étant non clampée, avec du sang progressivement refroidi, pour perfuser le myocarde et abaisser sa température, semble permettre 1 heure d'ischémie myocardique ; ceci sans difficulté majeure de défibrillation, de reprise de l'efficacité cardiaque et sans complications irréversibles à type de défaillance, ou troubles sévères du rythme pendant la période post-opératoire de réanimation. Des ischémies sous froid de durée supérieure ne semblent pas tout à fait anodines. Actuellement semble revenue la faveur des perfusions coronaires selon une technique simplifiée de dérivation à partir de la ligne systémique.

Il apparaît bien qu'une telle perfusion coronaire, à faible débit, à faible pression, en légère hypothermie (30-32°C), assure la meilleure protection du myocarde et permet une défibrillation facile, une reprise de l'efficacité cardiaque plus tonique et des complications cardiaques post opératoires moins nombreuses.

En effet, en défibrillant le myocarde sous perfusion coronaire, d'une part celle-ci est rendue plus facile, d'autre part il est possible d'éviter ainsi les embolies gazeuses coronaires.

Conception actuelle sur l'emploi du Rhéomacrodex.

a) Le rhéomacrodex a été considéré comme le soluté de choix dans l'hémodilution de la CEC en raison de ses propriétés protectrices vis-à-vis des plaquettes et d'un effet anti-sludge.

Mais il est rapidement apparu qu'un emploi trop généreux de ce diluant semblait susceptible d'entraîner des états hémorragiques diffus et dans quelques cas des complications rénales à type d'oligurie ou d'anurie.

Son emploi en quantité modérée au contraire semble n'avoir entraîné aucune complication hémorragique ou rénale et semble bien diminuer l'importance de l'hémolyse dans les CEC de longue durée.

Son élimination moins rapide que les autres diluants (soluté de Ringer Hartmann ou glucosé à 50 pour 1000) représente un avantage pour les CEC dont la durée dépasse 1 heure.

Le rhéomacrodex est présenté sous trois formes qui diffèrent par le solvant : glucose, sorbitol, chlorure de sodium.

En raison de ces propriétés, nous réservons ce produit pour des CEC dont on peut prévoir une durée supérieure à 1 heure, chez des sujets adultes, indemnes de toute lésion rénale et dont les examens de coagulation pré-opératoires ne font pas craindre une tendance hémorragique.

De toute façon notre règle consiste à ne jamais dépasser un flacon (500 cc) pour un adulte.

Nous préférons l'emploi du rhéomacrodex en solution de sorbitol ou de chlorure de sodium.

b) Le rhéomacrodex a été proposé à une époque pour préparer à l'intervention les malades porteurs d'une cardiopathie cyanogène (polyglobuliques). La technique consistait en saignée (400cc) du malade et perfusion équivalente de rhéomacrodex. Le jour de l'opération il paraissait opportun d'apporter un supplément d'hémodilution par ce produit.

En fait ce sont les perfusions répétées qui induisent plus volontiers les troubles rénaux ; la dilution du sang des polyglobuliques par un produit qui ne comporte pas de facteur de coagulation a été responsable de complications hémorragiques.

Aussi la technique actuelle de préparation d'un malade congénital, cyanogène, polyglobulique consiste-t-elle en saignée-transfusion de sang frais : saignée de 10 cc/Kg, transfusion de 6 à 7 cc/Kg de sang frais. Quand ce n'est pas possible, l'adjonction, sur le circuit de CEC, d'un réservoir veineux, permettra de réaliser une exsanguino-transfusion partielle en receuillant au départ le sang du patient, patient qui ne sera perfusé pratiquement qu'avec du sang frais.

La Circulation Extra Corporelle en urgence.

La simplicité du matériel de CEC permet en une dizaine de minutes de mettre à la disposition du chirurgien un circuit prêt à l'emploi.

Les principales indications de la CEC en urgence sont actuellement :

- a) la décompensation aïgue irréversible d'une insuffisance valvulaire (type insuffisance aortique oslérienne).
- b) l'embolie pulmonaire avec défaillance cardiaque droite sévère.
- c) la réintervention au niveau d'une prothèse valvulaire, à la suite soit de sa désinsertion, soit d'une thrombose à son niveau.
- d) la dissection aïgue de l'aorte
la fissuration d'anévrysme de l'aorte.
- e) les complications imprévisibles de la chirurgie à coeur fermé et les accidents des techniques d'exploration (catheterisme - coronographie) qui ne relèvent pas d'un traitement médical.
- f) le syndrome pré-infarctoïde.

Les modalités de conduite d'une CEC en urgence ne diffèrent pas de celles suivies habituellement.

Cependant, en cas de groupe sanguin rare et d'approvisionnement réduit en sang, on est amené à pratiquer une hémodilution importante du liquide de perfusion, sauf s'il s'agit d'un sujet en anurie pré-opératoire. Il convient alors d'utiliser un circuit comportant l'espace mort le plus réduit possible.

Durant l'année 1970, à la Clinique de Chirurgie Cardio-Vasculaire de l'Hôpital BROUSSAIS, parmi les 850 patients opérés à coeur ouvert, près de 70 l'ont été en urgence.

Assistance circulatoire d'urgence.

- a) les principales indications sont les malades soit :
- en état de défaillance cardiaque progressive
 - l'embolie pulmonaire
 - l'infarctus du myocarde.
 - ayant présenté, quelque'en soit la cause, dans les heures précédant l'intervention, des périodes de fibrillation ventriculaire ou d'arrêt cardiaque
 - chez lesquels on peut légitimement craindre, malgré toutes les précautions, des accidents lors des périodes de l'induction de l'anesthésie ou d'ouverture du thorax.

b) Technique.

Il est pratiquement toujours possible de dénuder rapidement artère et veine fémorales et d'établir ainsi en quelques minutes une dérivation d'assistance.

Afin d'assurer un meilleur retour la canule veineuse sera montée jusque dans la veine cave inférieure, ou mieux dans l'oreillette droite.

Même en utilisant la technique d'hypothermie afin de pouvoir limiter le débit nécessaire, ce dispositif permet d'assurer un débit maximum de 2 à 3l/minute, ce qui est insuffisant pour une CEC.

Mais l'ouverture du thorax puis la canulation classique des veines caves se feront sous assistance.

Il est ainsi possible d'éviter les désordres métaboliques, irréversibles, qu'auraient créé de nouveaux arrêts cardiaques ou épisodes de fibrillation ventriculaire.

Une fois le circuit classique établi les modalités de cette perfusion sont les mêmes que celles employées habituellement

ETUDE DE MALADES OPERES SOUS HEMODILUTION.

a) Dans la première partie de cette étude, les opérés ont été classés en 2 catégories selon le nombre d'unités de sang apporté dans la machine coeur-poumon-artificiel.

Dans la première série A, 45 malades, l'apport maximum de sang a été d'un seul flacon (400 cc en moyenne) ; le reste du liquide de perfusion étant constitué par les solutés habituels (Ringer-Hartmann glucosé isotonique ou rheomacrodex,) comme nous l'avons précisé précédemment.

Dans la seconde série B, témoin, 41 malades, 2 à 5 unités de sang (800 à 2 000 cc, moyenne 1500) ont été introduites dans l'appareil.

b) La seconde partie concerne le même groupe d'opérés (y compris le groupe témoin précédent) classés en fonction de la dilution sanguine du malade, exprimés en CC/Kg et non plus selon le nombre d'unités de sang.

Cette étude concerne les modifications de l'hémostase, de la kaliémie, l'hématocrite, le pH artériel et l'urée urinaire.

I - Matériel d'étude :

1- Diagnostic clinique des 45 opérés : série A.

Communication inter auriculaire	14
Communication inter ventriculaire	3
Trilogie	3
Sténose pulmonaire valvulaire	1
Canal atrio-ventriculaire	1
Remplacement appareil mitral	8
Remplacement appareil aortique	10
Double remplacement valvulaire	2
Réintervention sur une prothèse	3

L'oxygénateur utilisé a été :

- 28 fois le Rygg
- 15 fois le Bentley
- 2 fois le Kay Cross

2 - Choix des témoins :

A chaque opéré correspond dans la série témoin un malade qui a subi :

- une intervention du même type
- de même durée de CEC
- de même rapport R (volume de remplissage du sac / volémie du malade).

Les critères habituels de comparaison : taille, poids, âge n'ont été satisfaits que dans la mesure où les 3 précédents l'étaient.

En fait la série témoin ne comporte que 41 opérés :
il n'a pas été possible pour 4 cas de trouver durant la même période un témoin satisfaisant aux trois critères précédents.

3 - Diagnostic clinique des 41 opérés : série B.

Communication inter auriculaire	13
Communication inter ventriculaire	3
Trilogie	3
Sténose pulmonaire valvulaire	1
Canal atrio-ventriculaire	1
Remplacement appareil mitral	8
Remplacement appareil aortique	7
Double remplacement valvulaire	2
Réintervention sur une prothèse	3

L'oxygénateur utilisé a été :

- 32 fois le Rygg
- 8 fois le Travenol
- 1 fois le Bentley

II - Calculs effectués :

Pour chaque cas, les calculs suivants ont été effectués :

1 - Calcul de la volémie théorique : V.th.

La mesure directe de la volémie du malade au moment de la mise en route de la CEC est illusoire par les méthodes employant les isotopes radio-actifs du fait des pertes hémorragiques, inchiffrables lors de l'ouverture du thorax.

La volémie est donc calculée à partir du poids théorique (P.th.) en Kg de l'opéré obtenu par la formule suivante (méthode de Cazal, formule de Larentz) :

$$P.th. = H - 100 - \frac{H - 150}{4} \quad \text{avec } H = \text{taille en cm.}$$

La volémie théorique est obtenue par la formule :

$$V.th. = a. P. th. \quad \text{avec } a = \begin{array}{llll} 76 & \text{pour un sujet masculin} \\ 66 & \text{" " " " féminin} \\ 70 & \text{" " " " enfant.} \end{array}$$

2 - Calcul du rapport R : 1er critère de comparaison entre les 2 séries A et B.

Ce chiffre R exprime le rapport entre :

- d'une part le volume total des liquides (sang et solutés) mis dans l'appareil : c'est-à-dire le remplissage initial et les quantités rajoutées en cours de CEC.
- d'autre part la volémie théorique du malade.

Ce rapport R n'a pas une précision absolue car il n'a pas été possible d'apprécier rigoureusement les pertes sanguines chirurgicales au cours de l'intervention.

3 - Calcul de la dilution sanguine.

En cc de diluant par Kg de poids corporel ou en cc de diluant par 100 ml de sang.

Le calcul exact de la dilution sanguine est très difficile.

En effet, il doit tenir compte d'une part de l'apport de drogues, solutés et sang, d'autre part des pertes extérieures. Bien que recueillie dans un bocal spécial, l'aspiration "perdue" n'est pas chiffrable car elle comprend aussi les quantités de sérum glacé introduit dans le thorax pour protéger le myocarde par hypothermie de surface. L'appréciation des pertes sanguines par aspiration, évaporation, absorption dans les compresses et champs opératoires est difficilement réalisable au cours d'interventions pratiquées en grande série. On peut cependant admettre que ces pertes sanguines sont en moyenne identiques, avant et pendant la CEC, quelque soit la dilution du sang de l'opéré (10 à 20 cc/Kg ou 10-20 % du volume sanguin); il s'agit en effet des pertes sanguines par "lésions chirurgicales" lors de l'ouverture du thorax et donc sans rapport avec l'hémostase elle-même.

Pratiquement on a calculé la dilution sanguine en % pour 100 ml de sang et en cc/kg de poids en tenant compte :

- du volume de diluant mis dans l'appareil :

soluté glucosé isotonique à 50 g/l

soluté de Ringer Hartmann

- et du volume de diluant apporté par flacon de sang,

soit 70 cc de solution A.C.D.

soit 30 cc de sérum glucosé isotonique contenant

20 mg d'héparine .

Ce total est rapporté :

soit à la quantité totale de sang pur (non dilué)
hétérologue

- perfusé à l'opéré avant la CEC par les
anesthésistes
- mis dans l'appareil de CEC
- ajouté à la volémie du malade précédemment
calculée

soit au Kg de poids corporel

Ces calculs montrent que la moyenne des dilutions
dans la série B témoin est inférieure à celle obtenue dans
la série A ; certains opérés "témoins" ont cependant des
chiffres de dilution relativement élevés de l'ordre de 30cc/Kg
de poids.

	<u>Moyenne des dilutions</u>	
	en %	en cc/Kg de poids
Série A	20	25
Série B	15	20

III - Examens pratiqués concernant : l'hémostase, l'hématocrite, la kaliémie, le pH, l'urée urinaire.

On a tenté de relier aux 2 critères précédemment définis (R et dilution) les modifications des différents paramètres après la CEC.

1) Hémostase.

a) le taux de prothrombine globale a été déterminé par la mesure du temps de Quick à l'aide d'une thromboplastine calcique (simplastine laboratoires Warner et Chilcott). Il est exprimé en % par rapport à un témoin.

Le taux de prothrombine après la CEC a été comparé au taux prè-opératoire (Q_0). Deux prélèvements ont été effectués systématiquement après la CEC :

- Q_1 immédiatement après la neutralisation de l'héparine circulante, soit 10-15' après la fin de la perfusion de sulfate de protamine.

- Q_2 le lendemain matin soit environ 20 h. après l'intervention.

b) le fibrinogène a été dosé par la méthode pondérale selon la technique de Leroux, Prugnaud et Frigot : coagulation par recalcification et addition de thrombase Roussel.

Le résultat est exprimé en grammes par litre de plasma.

Le chiffre de fibrinogène après la CEC, F_1 , a été comparé au chiffre prè-opératoire, F_0 ; on a calculé l'abaissement moyen pour chaque série d'opérés.

c) la numération des plaquettes a été effectuée en post-CEC immédiat, P₁, sur du sang artériel prélevé en tube siliconé sur citrate de sodium à 9 g/1 000. Le matériel utilisé a été l'unopette Becton-Dickinson et la lecture a été effectuée au microscope à contraste de phase dans une cellule de Malassez.

La numération pré-opératoire n'a été effectuée qu'aux opérés avec mauvaise retraction du caillot, temps de saignement allongé ou anomalie du thromboelastogramme (diminution de l'amplitude du TEG).

La moyenne a donc été effectuée sur le prélèvement P₁.

d) Recherche de la fibrinolyse.

L'observation de la redissolution du caillot sanguin total n'a pas d'intérêt chez ces malades soumis à un traitement systématique par l'Acide Epsilon Amino Caproïque (EACA) en fin de CEC (Hemocaprol, laboratoires Delagrangé).

Le potentiel fibrinolytique éventuel est apprécié par le test de Von Kaulla qui n'est pas modifié par l'EACA.

- précipitation des euglobulines du plasma par dilution à l'eau distillée et acidification par le CO₂

- élimination des inhibiteurs de la fibrinolyse avec le surnageant obtenue après centrifugation.

- coagulation par la thrombase

- normalement il n'y a pas de redissolution du caillot des euglobulines avant 3 heures.

Les résultats ont été présentés sous forme de tableau où les cas sont classés en fonction de l'activité lytique :

- importante : lyse en moins de 30'

- modérée : " entre 30 et 60'

- négligeable : " en plus d'une heure.

Ce test ne représente pas exactement l'activité fibrinolytique du malade car il est artificiellement sensibilisé par l'élimination des inhibiteurs de la lyse. Il rend compte cependant de l'activation des enzymes fibrinolytiques.

2) Autres examens

a) L'hématocrite a été déterminé en :

- pré opératoire H_0
- le lendemain H_1
- le surlendemain H_2

et les moyennes obtenues ont été comparées d'une série à l'autre en fonction des critères choisis.

- de même la comparaison a porté sur les moyennes des kaliémies:

- pré opératoire K_0
- post CEC immédiat K_1
- le lendemain K_2
- le surlendemain K_3

- les résultats du pH artériel, et des "base-excès" ont fait l'objet des mêmes moyennes en pré et post CEC immédiat.

- l'urée urinaire a été exprimée en g/litre d'urine

Les moyennes ont été faites sur les prélèvements :

- pré-opératoire U_0
- post-opératoire 1^{er} jour U_1
- post-opératoire 2^e jour U_2
- post-opératoire 3^e jour U_3

Résultats globaux.

Comparaison entre la série A et la série B. (tableau n°1)

a) le complexe prothrombinique est légèrement supérieur dans la série B témoin qui a reçu le plus grand nombre de flacons de sang.

Mais si l'on tient compte de la moyenne plus élevée en pré-opératoire dans la série B (77,5% contre 72,5% série A), l'abaissement du complexe prothrombinique est sensiblement équivalent dans les deux séries :

- 35 % dans la série B
- 36 % dans la série A.

Aucune différence notable n'apparaît non plus en post-opératoire tardif (48 h).

b) Compte-tenu des moyennes pré-opératoires l'abaissement du taux de fibrinogène serait très légèrement supérieur dans la série A (série la plus diluée). Mais il est peu significatif en raison des variations individuelles importantes dans la période post-opératoire immédiate.

c) la thrombopénie et la tendance fibrinolytique post-opératoires sont identiques dans les deux séries.

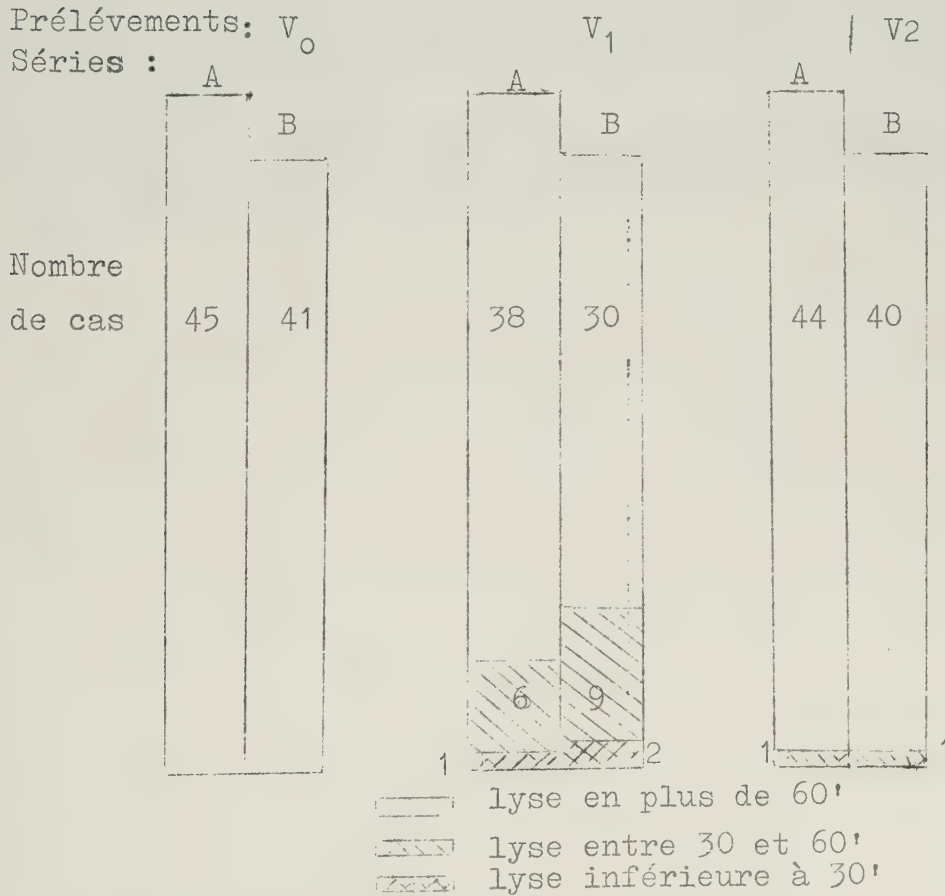
TABIEAU n°1 - HEMOSTASE

		Série A	Abais- sement	Série B	Abais- sement
Taux de prothrom- bine en %	Q ₀	72,5		77,5	
	Q ₁	46,5	36%	50,	35%
	Q ₂	64,5	11%	71,5	9%
Fibrinogè- ne en g/l	F ₀	3,2		3,45	
	F ₁	2,1	34%	2,45	29%
Plaquettes en ml	P ₁	78 300		75 000	

Test de VAN KAULLA

Prélèvements: V₀

Séries :



Ainsi les constantes biologiques de l'hémostase ne sont pas foncièrement modifiées lorsque l'appareil coeur-poumon-artificiel est rempli avec un seul flacon de sang.

Ce fait est confirmé par la mesure du saignement post-opératoire : 250 ml/m² de surface corporelle dans la série A contre 325 ml/m² dans la série B.

En définitive, cette méthode de dilution paraît justifiée puisqu'elle réduit la quantité totale de sang injectée à chaque opéré :

en moyenne, série A : 6,1 flacons par opéré

en moyenne, série B : 8,5 flacons par opéré.

Il en résulte un double avantage :

- économie de sang
- diminution du risque de complications transfusionnelles.

Comparaison des constantes biologiques de l'hémostase en fonction de la dilution, rapportée en ml/Kg de poids corporel.

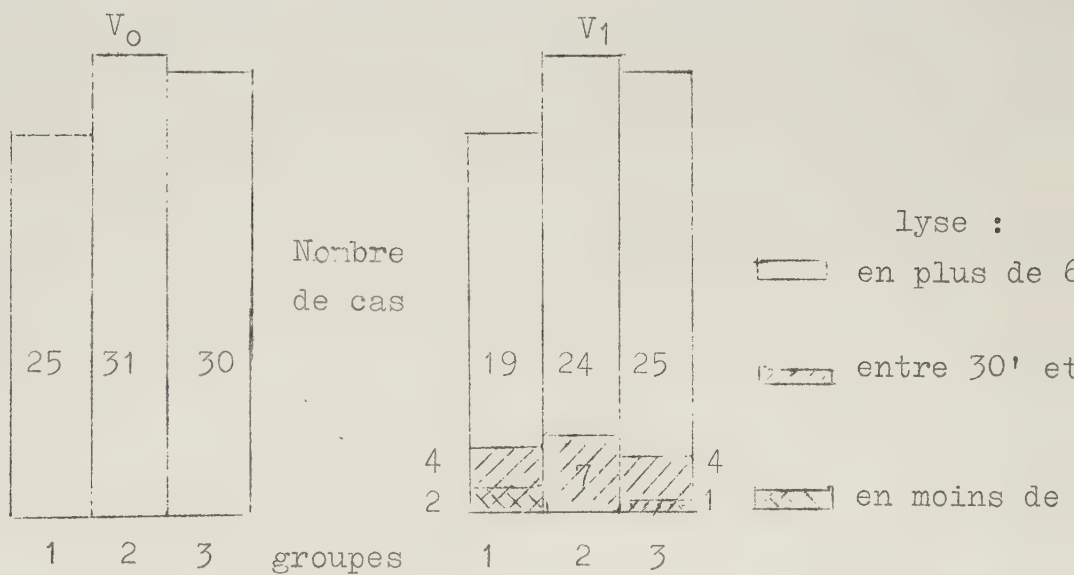
Les 86 opérés (45 série A, 41 série B) ont été classés en trois groupes :

- groupe 1 : hémodilution inférieure à 20 ml/Kg : 25 cas
- groupe 2 : hémodilution comprise (ou égale) entre 20 et 25 ml/Kg : 31 cas
- groupe 3 : hémodilution supérieure à 25 ml/Kg : 30 cas

Les résultats globaux concernant l'hémostase sont groupés dans le tableau n°2.

TABLEAU n°2 - HEMOSTASE

Groupes		1	2	3
Taux de prothrombine en %	Q ₀	70	78	75
	Q ₁	51	50	46
	Abais- sement	27%	35%	38%
Fibrino- gène en g/l	F ₀	3,3	3,4	3,35
	F ₁	2,4	2,3	2,1
	Abais- sement	29%	32%	37%
plaquettes par ml	P ₁	75 000	75 000	75 000
saignement cc/m ² S.C.		300	275	280
nombre de flacons		9	6,7	6,1



Test de VAN KAULLA

Les abaissements du taux de prothrombine Q_1 et du fibrinogène F_1 (post CEC) sont proportionnels à l'importance de la dilution. Par contre, celle-ci ne modifie ni le chiffre des plaquettes P_1 , ni la tendance fibrinolytique V_1 .

Le saignement post opératoire ne diffère pas non plus d'une série à l'autre.

La comparaison des moyennes du nombre total de flacons de sang utilisé pour chaque opéré montre un gain de trois unités entre les groupes 1 (le moins dilué) et 3 (le plus dilué).

Ainsi les tests de l'hémostase ne sont pas perturbés quelque soit le mode de calcul de l'hémodilution (rapport R ou dilution en ml/Kg).

Comparaison des constantes biologiques :

Hématocrite - kaliémie - pH - base-excess - urée urinaire

A la simple lecture des tableaux 1 et 2, on ne constate aucune différence interprétable.

1 - Hématocrite : l'hémodilution induit dans l'immédiat une baisse de l'hématocrite mais les solutés glucosé ou de Ringer Hartman s'éliminant en quelques heures, la remontée de celui-ci est rapide.

2 - Kaliémie, pH, base excess : tout au long de l'intervention et de ses suites, ces examens font l'objet de contrôles et de corrections répétées. L'hémodilution, telle qu'elle est pratiquée, ne semble pas apporter de difficultés particulières au maintien de ces constantes.

3 - Elimination uréique : de même, les moyennes pratiquées sur l'urée urinaire (exprimée en g/l d'urine), ne nous ont montré aucune différence pendant les trois premiers jours post-opératoires.

Que la comparaison soit pratiquée en fonction du nombre d'unité de sang introduit dans la machine (série A-B, tableau n°1) ou en fonction de la dilution sanguine en ml/Kg de poids (groupes 1, 2, 3, tableau n°2), il n'apparaît pas de différence.

TABLÉAU 1 Suite

		SERIE A	B
Hématocrite en %	H ₀	45	46,5
	H ₁	44,6	47,7
	H ₂	45	47,7
Kaliémie en mEq/l	K ₀	4,20	4,10
	K ₁	4,00	3,75
	K ₂	4,30	4,35
	K ₃	4,30	4,35
pH artériel	pré CEC	7,47	7,48
	post CEC	7,45	7,47
Base-Excess	pré CEC	-0,2	+1,0
	post CEC	+1,2	+1,5
Urée urinaire en g/l	U ₀	16	16
	U ₁	17	19
	U ₂	17	17
	U ₃	21	25

TABLEAU 2 Suite

GROUPES		1	2	3
Urée urinaire g/l	U ₀	16	16	16
	U ₁	20	18	17
	U ₂	22	16	17
hémato- crite en %	H ₀	45,5	45	46
	H ₁	46,5	45	47
	H ₂	45,5	43,5	47
				88
Kaliémie mEq/l	K ₀	4,10	4,20	4,15
	K ₁	3,70	3,90	4,00
	K ₂	4,35	4,70	4,30
	K ₃	4,35	4,30	4,30

Discussion des résultats.

Pour confirmer l'inocuité de la méthode d'hémodilution, jugée d'après les moyennes des résultats, il a paru nécessaire d'examiner en détail les anomalies extrêmes constatées chez ces 86 opérés.

Cette discussion des résultats ne concerne que l'hémostase.

Observations où le taux de prothrombine
est inférieur ou égal à 30 %.

n°	Durée de CEC/min.	Dilution cc/Kg	Q ₁	F ₁	Lyse en min.	Saigne. cc/m ² de S.C.	Traite. spéci.
33	28	26	2	60 000	30	120	-
59	32	29	2,4	-	+de 60	165	-
32	20	28	1,5	40 000	30	90	-
82	29	29	1,3	60 000	+de 60	135	PPSB
106	30	25	-	-	+de 60	80	-
75	22	26	2,3	-	+de 60	470	-
90	19	24	2,4	-	+de 60	550	PPSB Plasma
41	28	30	1,6	52 000	+de 60	320	-
30	26	26	1,5	-	55	350	=
115	16	30	2,7	-	30	175	PPSB
104	20	18	2,5	50 000	30	210	PPSB
72	5	30	2	117 000	+de 60	250	-

Série A : 7 cas

Série B : 5 cas

Cas n°5 : deuxième intervention

a) Opérés dont le taux de prothrombine est inférieur ou égal à 30 % en P₁ : 12 cas.

- . le nombre de cas est identique dans les 2 séries A et B.
- . le même nombre de malades a reçu du PPSB (prescrit devant l'association d'un déficit prothrombinique et d'une tendance hémorragique).
- . l'abaissement du taux de prothrombine n'a pas paru en relation avec l'importance de l'hémodilution rapportée au ml/Kg de poids.
- . l'hypoprothrombinémie a été associée :
 - quatre fois (cas 1, 3, 10 et 11) à une tendance fibrinolytique (lyse des euglobulines en 30').
 - une seule fois (cas 4) à une baisse importante du fibrinogène
 - une fois sur 6 numérations effectuées, à une thrombopénie importante.
- . cette hypoprothrombinémie paraîtrait donc plus souvent la conséquence d'une fibrinolyse que d'une coagulation intra vasculaire ; mais la fibrinolyse peut être secondaire à la coagulation intra vasculaire.

Sur le plan clinique l'hypoprothrombinémie n'a pratiquement pas eu de conséquences hémorragiques puisqu'elle a été corrigée par l'injection de PPSB dans 4 cas et puisqu'elle s'est toujours rapidement corrigée (en moins de 90') de façon spontanée dans tous les autres cas.

Un seul opéré a perdu plus de 500 ml par m² de S.C. : l'hypoprothrombinémie n'a sans doute pas seule été responsable de cette hémorragie qui a persisté après la remontée rapide du taux de prothrombine.

Observations où le fibrinogène est
inférieur ou égal à 1,5 g/l en F₁

Entre parenthèses figure le % d'abaisse-
ment entre F₀ et F₁.

s n°	Durée de CEC/min.	Dilution cc/Kg	Q ₁	F ₁	P ₁	Lyse en min.	Saign. cc/m ² de S.C.	Trait. spéci- fique
89	30	39	1,4	(-44%)	60000	+de 60	350	-
66	30	34	1,4	(-53%)	-	+de 60	200	-
82	29	29	1,3	(-40%)	60000	+de 60	135	-
30	26	26	1,5	(-51%)	-	55	350	-

Série A : 3 cas

Série B : 1 cas

b) opérés dont le taux de fibrinogène est inférieur ou égal à 1,5 g/l : 4 cas.

. La diminution du taux de fibrinogène n'a été associée à une baisse importante du taux de prothrombine qu'une seule fois.

. Elle ne paraît la conséquence ni de la dilution ni de la durée de la CEC.

. Une seule fois (cas 4) une tendance modérée à la fibrinolyse (lyse au bout de 55') a été trouvée.

. Ces malades, dont certains ont perdu plus de la moitié de leur fibrinogène pondéral alors que le pourcentage moyen d'abaissement est de 30%, n'ont pas saigné plus que les autres dans les suites opératoires.

Il n'a pas été nécessaire de recourir à la perfusion de fibrinogène.

. La fibrinopénie ne semble pas due à une tendance fibrinolytique mais à une consommation des facteurs de coagulation au cours de la CEC.

Observations où le nombre des plaquettes
est inférieur ou égal à 50 000 cc en P₁

n°	Durée de CEC/min.	Dilution cc/Kg	Q ₁	F ₁	P ₁	Lyse en min.	Saigne. cc/m ² de S.C.	Traite. spécifi.
32		20	28	1,5	40 000	30'	90	-
88		22	48	2,7	27 000	+de 60	620	-
55		20	39	-	50 000	+de 60	750	-
20		17	59	1,8	30 000	55'	300	-
38		21	37	2,3	44 000	40	250	-
104		20	18	2,5	50 000	30	210	-
72		5	40	1,8	50 000	+de 60	400	-
51		8	52	3,5	40 000	+de 60	500	-

Série A : 4 cas

Série B : 4 cas

Cas n°6 : troisième intervention

c) opérés dont le nombre des plaquettes est inférieur ou égal à $50\,000/\text{mm}^3$ immédiatement après la CEC : 8 cas

La thrombopénie n'a pas été fréquente dans la série A et a paru sans rapport avec l'importance de l'hémodilution rapportée au ml/Kg.

Elle a été associée dans 3 cas (n°1,4,5) à une tendance fibrinolytique, mais jamais à une baisse importante du fibrinogène.

Dans les cas 2 et 6, la thrombopénie s'est accompagnée d'une hypoprothrombopénie importante avec un fibrinogène conservé (2,5g/l).

Cette discordance entre les modifications des constantes biologiques peut relever du fait que la thrombopénie est le signe le plus précoce du syndrome de consommation.

Trois des huit malades ont saigné $500\text{ml}/\text{m}^2$ de S.C. (cas 8) ou plus ($620\text{ml}/\text{m}^2$ pour le cas n°2 - $750\text{ml}/\text{m}^2$ pour le cas 3) malgré l'apport, dans les suites immédiates de l'intervention, de sang frais, recueilli en matériel siliconé, sur solution ACD.

La thrombopénie semble donc accroître les risques hémorragiques, d'autant plus qu'elle est mal corrigée par le seul apport de sang frais (en l'absence de concentrés plaquettaires).

Observations où la lyse du caillot des euglobulines s'effectue en 30' ou moins.

Prélèvement 10-15' après la fin de la perfusion de sulfate de protamine.

Durée de CEC/min.	Dilution cc/Kg	Q ₁	F ₁	P ₁	Lyse en min.	Saignement cc/m ² de S.C.	Traitement spécifique
32	20	28	1,5	40 000	30	90	
33	28	26	2	60 000	30	120	
35	27	48	1,5	-	20	170	Iniprol
61	23	59	2,1	76 000	30	200	Iniprol
118	24	40	2	93 000	30	320	Iniprol
115	16	30	2,7	-	30	175	
104	20	18	2,5	50 000	30	210	
90	5	63	2,3	-	20	400	Iniprol
50	18	63	2,8	-	25	270	
60	9	63	1,8	78 000	30	200	

Série A : 5 cas

Série B : 5 cas.

d) opérés dont la lyse du caillot des euglobulines s'effectue en moins de 30 minutes : 10 cas.

Le même nombre d'opérés a eu une activité fibrinolytique accrue dans les deux séries (cas n°1 à 5 dans la série A, cas n°6 à 10 dans la série B). L'hémodilution paraît donc sans influence sur ce type de complication.

Dans deux cas seulement (n°1 et 3), la tendance fibrinolytique s'est accompagnée d'une fibrinopénie modérée (1,5g/l).

Par contre, dans 4 cas (n°1,2,6 et 7), elle a été associée à une baisse du taux de prothrombine à 30% de sa valeur normale ou en-dessous. Ainsi l'activité lytique constatée chez ces malades contribue, au moins partiellement, à l'abaissement du taux de prothrombine.

Par ailleurs, la tendance fibrinolytique s'est accompagnée dans trois cas d'un saignement diffus immédiat lors de la fermeture du thorax. L'injection d'inhibiteur de KUNITZ* (1 000 000 Unités I.P. pour 10 Kg de poids corporel) a stoppé l'hémorragie. Dans les 7 autres cas, l'activité lytique a disparu spontanément en moins d'une heure.

Le saignement post-opératoire tardif (premières 24 heures de la réanimation) n'a pas dépassé pour ces 10 malades la moyenne générale, en raison de la correction rapide, spontanée ou post-thérapeutique, de cette anomalie biologique.

* Iniprol des Laboratoires CHOAY

Observations où le saignement

dépasse 500 cc/m² de S.C.

n°	Durée de CEC/min.	Dilution cc/Kg	Q ₁	F ₁	P ₁	Lyse en min.	Saigne. cc/m ² de S.C.	Trait. spéci- fique
55	20	39	=	50 000	+de 60	750	-	
42	28	63	2,2	70 000	+de 60	620	-	
90	19	24	2,4	-	+de 60	550	PPSB	
48	23	70	4	110 000	+de 60	830	-	
88	22	48	2,7	27 000	+de 60	620	-	
55	33	63	2,5	72 000	+de 60	830	-	
95	30	52	-	71 000	60'	680	-	
65	19	40	3,3	85 000	+de 60	700	-	
50	36	48	2,5	70 000	45'	950	Iniprol	
40	20	59	-	70 000	+de 60	650	-	
63	16	50	4	87 000	+de 60	780	-	

Série A : 5 cas

Série B : 6 cas

Cas n°9 : troisième intervention

e) opérés dont le saignement post-opératoire dépasse
500ml/m² de S.C. : 11 cas

Cinq fois les malades appartenaient à la série A (cas 1 à 5), 6 fois à la série B témoin (cas n°6 à 11).

Dans trois cas seulement une anomalie biologique a pu être la cause de l'hémorragie : thrombopénie dans les cas 1 et 5, hypoprothrombinémie dans le cas n°3.

Dans deux autres cas, le taux du fibrinogène ou le nombre des plaquettes n'ont pu être déterminés. Cependant dans les 6 autres cas aucune anomalie biologique majeure (concernant taux de prothrombine, taux du fibrinogène, numération des plaquettes ou temps de lyse des euglobulines) n'a pu être relevée.

Ce bilan succinct de l'hémostase ne permet évidemment pas d'éliminer formellement une anomalie biologique apparue secondairement à l'intervention. Une anomalie préexistante à l'intervention aurait en effet été décelée par le bilan complet effectué à l'entrée de chaque malade dans le service de Chirurgie Cardio-Vasculaire.

En dehors d'une anomalie de l'hémostase, 2 autres causes possibles méritent d'être envisagées : dilution supérieure à 30ml/Kg de poids corporel dans 3 cas (n°6,7,8) ; très nombreuses adhérences chez un sujet qui subissait une 3ème intervention (cas n°9)

Les pertes sanguines ont été compensées par la perfusion de sang frais, associée une fois à l'injection de 20ml de PPSB et une fois à l'injection de 5 000 000 Unités I.P. d'inhibiteur de KUNITZ.

Aucune réintervention chirurgicale n'a été nécessaire pour assurer l'hémostase dans cette série de 86 malades.

Conclusion concernant l'hémodilution

Une étude antérieure portant sur 310 CEC avait déjà établi la supériorité du soluté de Ringer Hartman sur le Rheomacrodex, en particulier dans le domaine de l'hémostase.

Les résultats actuels, bien que portant sur une petite série de malades, confirment l'inocuité d'une hémodilution importante comprise entre 15 et 30 ml de diluant par Kg de poids corporel.

Les anomalies de l'hémostase, en particulier le saignement post-opératoire, ne paraissent pas majorées par les dilutions les plus grandes.

Le remplissage de l'appareil coeur-poumon artificiel (Rygg, Travenol ou Kay Cross) avec un seul flacon de sang, additionné de Ringer Hartman ou même avec le seul Rynger Hartman paraît désormais possible puisque une telle technique n'a pas eu de conséquences néfastes.

Ce travail est en accord avec les données de la littérature anglaise qui préconisent une hémodilution du même ordre, effectuée soit avec le soluté glucosé à 5%, soit avec le soluté de Ringer Hartmann, soit avec le Rheomacrodex.

Les avantages de cette technique sont multiples.

- réduction du risque de transmission de l'hépatite virale par la transfusion de sang hétérologue.
 - possibilité d'utiliser du sang prélevé sur solution A.C.D. pour la CEC puisque le risque d'acidose secondaire à l'apport massif de sang citraté est considérablement réduit.
 - réduction du risque d'immunisation ; risque non négligeable chez ces sujets subissant parfois plusieurs interventions successives.
 - facilité de réalisation des CEC en urgence.
-

CONCLUSION

Deux points importants caractérisent actuellement la technique de la CEC :

- la tendance à l'utilisation d'appareils simples, type "disposable" pour la majeure partie des interventions.
- la technique de l'hémodilution qui permet, en utilisant un minimum de sang, de pouvoir réaliser un plus grand nombre d'interventions, d'opérer plus facilement en urgence et de diminuer les complications liées à l'emploi du sang : ictère post-transfusionnel et anticorps d'immunisation.

Si les appareils disposables basés sur le principe de l'oxygénation par barbotage paraissent en quelque sorte grossiers par rapport aux oxygénateurs à membranes qui ont fait l'objet de travaux récents et actuels, ils constituent pourtant une solution pour la CEC pluri-quotidienne d'un service de chirurgie cardio vasculaire, dans des conditions économiques et de sécurité tout à fait satisfaisantes. On peut actuellement envisager une CEC d'une durée de 3 heures avec un tel matériel sans faire courir de risques à l'opéré.

L'hémodilution, si elle doit permettre d'éliminer certaines complications ne doit toutefois pas en apporter de nouvelles. Nous nous sommes attachés à rechercher les incidences hémobiologiques et rénales de cette technique.

Une série de 45 malades, opérés avec un apport inférieur à 400 cc de sang dans la machine coeur poumon artificiel a été comparée à une série de 41 malades témoins pour lesquels l'appareil avait été rempli avec plus de 1 200 cc de sang.

Dans les deux séries on a choisi des critères de comparaison aussi satisfaisants que possible :

intervention identique, durée de CEC identique, rapport volume de remplissage/volémie, identique.

A l'issue de cette étude, il est apparu qu'il n'y avait pas de différences significatives concernant :

les troubles de la coagulation, le saignement post-opératoire, l'hématocrite, la kaliémie, l'équilibre acido basique, les épreuves contrôlant la fonction rénale.

L'étude portant sur ces mêmes malades, classés en fonction de l'importance de l'hémodilution n'a pas montré non plus de différences.

Une contre épreuve a été réalisée en étudiant les patients des 2 séries qui avaient présenté une anomalie majeure de l'un des examens de coagulation (Quick, inférieur ou égal à 30 % - fibrinogène inférieur ou égal à 1,5g/l - plaquettes inférieures ou égales à $50\,000/\text{mm}^3$ - lyse en moins de 30 minutes - saignement supérieur à $500\text{cc}/\text{m}^2$). Les patients présentant ces troubles se répartissent également dans les deux séries.

Il est légitime de continuer à étendre cette technique d'hémodilution qui semble devoir permettre, avec la collaboration des médecins anesthésistes, hémobiologistes et réanimateurs, la réduction, voire la suppression de l'emploi du sang lors d'intervention cardiaque mineure, et l'élimination dans certains cas des complications transfusionnelles.

Vu, le Président de Thèse :

Professeur Ch.DUBOST

Vu, le Doyen de la Faculté :

BROUSSAIS - HOTEL DIEU

Professeur P.MILLIEZ

Vu, et permis d'imprimer

Le Recteur de l'Académie de Paris

M.MALLET

BIBLIOGRAPHIE

-:-:-:-:-

- ALLEN G. et SAYMAN W.A.
Serum hepatitis from transfusion of blood
Jamma 180, 1079, 1962
- ARFEL G., DU BOUCHET N., CASANOVA C., DUBOST Ch.
Utilisation de l'EEG per-opératoire en chirurgie
cardiaque
Anesth.Anal.Réan. XXII, 1, 1-55, 1965
- BEALL A.C., COOLEY D.A., HILL W.T.
A simplified technic of open heart surgery
Transf.U.S., 5, 2, 149, 1965
- BESSE Ph.
Contribution à l'étude de l'hémodilution au cours
des circulations extra-corporelles
Thèse, PARIS 1965.
- BIGELOW J.C., DOBBS J.L., FOGDAHL R.P.
Acid-Citrate-Dextrose versus heparinized whole blood
prime : use in cardiopulmonary by-pass.
Arch.Surg.96, 65, 1968.
- BLAKEMORE W.S., CHAPLIN H., GREENWALT J., SHERRY S.
The use of blood substitutes for extracorporel cir-
culation ; a summary of the proceedings of a confe-
rence held at the Nat.Acad.Sc.Nat.Res.Counc,
Washington 1965
Transf.U.S. 6, 4, 355, 1966

- BLAKEMORE W.S.
Diluents for priming in cardiopulmonary by-pass
Surgery 62, 981, 1967

- BRITTEN A., SALZMAN E.W., GROVE-RASMUSSEN N.M.
The use of ACD bank blood and fresh heparinized blood
in open-heart surgery.
A comparative coagulation study.
Transf.U.S. 3, 368, 1963

- CORNU P., MATHEY J., HAZAN E., JAUREGUIBERRY C.
Modifications biologiques au cours des circulations
extra-corporelles.
Nouv.Rev.Fr.Hémat. 8, 1, 92, 1968

- COOLEY D.A., BEALL A.C., GRONDIN P.
Open-heart operations with disposable exygenators,
5 % Dextrose prime and normothermia.
Surg. 52, 713, 1962.

- DAS J.B., ERAKLIS A.J.
Excrétion d'eau et de solutés après by-pass cardio-
pulmonaire avec hémodilution. Effets de l'osmolarité
de la perfusion.
J.Thor.Cardiovasc.Surg. déc.1969, 58, n°6, 789-794

- DE MORAIS D.J. et Coll.
Hemodilution in extracorporeal circulation using
plasma and Dextran (macrodex) as diluents.
J.Cardiovasc.Surg. 4, 36, 1963

- DENNIS C.
Proceed of Conf.Nat.Acad.Sc.Nat.Res.Counc.
Washington 18 June 1965
Transf.U.S. 6, 411, 1966

- DETEIX A.

Hemodilution en chirurgie cardio vasculaire.
Effets comparatifs sur l'hémostase du Rhéomacrodex
et du Ringer-Lactate.
Thèse, PARIS 1970.

- DE WALL R.A., LILLBHEI R.C.

Hemodilution perfusions for open-heart surgery
New Engl. J.Med. 266, 1078, 1962

- DIETER R.A., NEVILLE W.E., PIFARRE R.

Serum electrolyte changes after cardiopulmonary by-pass
with Ringer's Lactate solution used for hemodilution.
J.Cardiovasc.Surg. 59, 168, 1970

- DE NOYETTE J.P., SOKAL G.

Etude de la fréquence des complications hémolytiques et
de l'isoimmunisation dans les cardiopathies opérées.
Nouv.Rev.Fr.Hémat. 8, 4, 457, 1968

- ELLISON R.G., Mc PHERSON J.C.

Metabolic considerations of Acid-Citrate-Dextrose
blood for extracorporeal circulation.
Ann.Thorac.Surg. 2, 540, 1966

- GADBOYS H.L., LITWARK R.S., ISCHIGURO J., KAHN M.

Experimental large volume hemodilution.
Circulation 31, Suppl. 1, 121, 1965.

- GADBOYS H.L., SLONIM R., LITWARK R.S.

Homologous blood syndrome : prelaminary observations
on its relationship to clinical cardiopulmonary by-pass
Ann.Surg.156, 793, 1962

- GANS H., SIEGEL D.L., LILLEHEI C.W., KRIVIT W.
 Problems in hemostasis during open-heart surgery.
 II : On the hypercoagulability of blood during
 cardiac by-pass.
 Ann.Surg. 1962, 156, 19.

- GOCKE D.J., NEIL B.K.
 Hepatitis antigen correlation with disease and infec-
 tivity of blood donors.
 Lancet 7605, 1, 1055, 1969

- GOLLUB S., SCHECHTER D.C., SCHAEFFER C., SVIGALS R.
 et BAILLEY C.P.
 By-pass cardiaque avec hémodilution absolue. Distri-
 bution de l'eau et mobilisation des protéines dans
 les compartiments corporels.
 Am.Heart J., nov.1969, 78, n°5, 626-634, 7 tabl.

- GROBELAAR B.G., SMART E.
 The incidence of sio-sensitization following blood
 transfusion.
 Transf. U.S. 7, 2, 153, 1967.

- HARA M., MARIS M., CRUMPLER J., CORN B. PERKINS W.H., ROCK L.
 Effect of various priming solutions upon red cell mass,
 plasma volume and extracellular fluid volume of dogs,
 following hemodilution technic of extracorporel circu-
 lation.
 J.Cardiovasc.Surg.55, 3, 355, 1967.

- JENNINGS E.R., BELAND A.J., COPE J.A.
 Citrate toxicity and the use of anticoagulant. Acid
 Citrate-Dextrose blood for extracorporel circulation.
 Surg.Gynec.Obst.120, 997, 1965

- KILLEN D.A., VALDES L.G.

Correction of the metabolic acidosis associated with use of A.C.D. preserved blood for cardiopulmonary bypass.

J.Cardiovasc.Surg.55, 2, 178, 1968

- LOSTUMBO M.M., HOLLAND P.V., SCHMIDT P.J.

Iso-immunisation after multiple transfusions.

New Engl. J.Med.275, 141, 1966

- MALONEY J.V.

The use of A.C.D. blood for extracorporeal circulation.

Transf.U.S. 6, 4, 355, 1966

- MARCIAL M.B. et coll.

Potassium dans la chirurgie cardiaque sous perfusion extra corporelle.

Am.J.Cardiol. Mars 1969, 23, n°3, 400-408

- MOFFITT A., SESSLER A.D., LUNBORG R., Mc GOON D.C.

Acid-base balance and oxygenation in prolonged perfusion, effects of diluted heparinized and acid-citrate-dextrose blood.

Anesth.Analg.46, 2, 153, 1962

- NATIONAL ACADEMY of SCIENCE - NATIONAL RESEARCH COUNCIL

Proceedings of a conference Washington 18 June 1965.

The use of blood and blood substitutes for extracorporeal circulation.

Transf.U.S., 6,4, 355, 1966.

- NEVILLE W.E., SPINAZOLLA A., BANUCHI F.
 Clinical experience with buffered Ringer's Lactate
 solution for total prime of the disc oxygenator during
 cardiopulmonary by-pass.
 J.Cardiovasc.Surg.48, 101, 1964

- PASSELECQ J.
 Circulation extra corporelle : principes généraux
 de l'anesthésie.
 EMC, Tech.Chir.Fasc.42520, 3-17-09

- PERASALO O., SILTANEN P., MERIKALLIO E.
 Use of hemodilution in total body perfusion
 J.Cardiovazc. Surg.8, 5, 442, 1967.

- RANQUE J.
 Transmission des maladies infectieuses par transfu-
 sions.
 Transfusion (suppl.) 1965, 8 : 91.

- SAMAMA M., BINET J.P., WEISS M.
 Coagulopathie de consommation et chirurgie à coeur
 ouvert.
 Coagulation, 1, 1, 17, 1968

- SILVARY J., SISKI K., SCHORRER M.
 Clinical use of hemodilution in extracorporeal circula-
 tion.
 J.Cardiovasc. Surg.6, 5, 447, 1965

- SOULIER J.P.

Données récentes concernant l'hépatite d'inoculation
Rev.Fr.Transf.12, 1,45, 1969

- SOYER R.

Contribution à l'étude de 300 perfusions coronaires
Mémoire de Médaille d'Or, 1965.

- SUJANSKY E., SISKI K., SCHNORRER M., SILVAY J., GABAUER I.

Sélection de solution de remplacement pour circulation
extra corporelle du point de vue de la circulation rénale.
Bull.Soc.internat.Chir.mai-juin 1969, 28,n°3,300-307

- TERRIER E., JAULMES B. et PASSELECQ J.

In : Les solutés de substitution, rééquilibration
métabolique (en anesthésiologie et en réanimation).
Journée d'enseignement post universitaire.
Soc.Franç.Anesth.Analg.Réan.1970, Arnette ed.

- TREDE M., ROTH E., ENCRE A. et HALLWACHS O.

Etude expérimentale de la circulation corporelle avec
hémodilution importante.
Bull.Soc.internat.Chir.mai-juin 1969, 28,n°3, 315-325

- WALLACE J.M., HENRY J.B.

Iso-immunization after massive transfusion for open-
heart surgery.
Transf.U.S. 5, 2, 149, 1965.

- ZUHDI N., CAREY J., GREER A.

Hemodilution for body perfusion.
J. of the Oklahoma State Medical Ass.88, 1963.

